

7. 広島県内の溪流における N 値を用いた被覆層評価

The evolution of some coated layer used N-value of the torrent in Hiroshima prefecture

○藤本 潤、山口 浩司（中電技術コンサルタント株式会社）

1. はじめに

広島県では、過去から土石流等による人的被害が生じている。特に平成 26 年 8 月豪雨や平成 30 年 7 月豪雨では、多数の犠牲者を出す土石流が発生した。広島県内では砂防堰堤等による砂防事業が積極的に進められ、砂防事業に伴う地質調査が実施されている。

しかしながら、調査場所によっては、被覆層が薄く、標準貫入試験が実施できない場合や玉石や礫打ちによる試験数が少ない場合などがあり、被覆層の地盤評価が不十分となり、切土の安定評価や支持力検討等の設計に影響を及ぼすことが懸念される。特に施工時の仮設切土法面が不安定化することで工期が延びる、崩壊による事故などが懸念される。

そこで、過去から実施してきた砂防堰堤設計の地質調査結果を用いて、溪流に分布する被覆層の N 値を整理し、表層部の N 値の推定に関する考察を行った。

2. 調査方法

被覆層を評価するため、広島県内における砂防堰堤計画位置で実施した地質調査過去 5 年分（平成 26 年～平成 30 年）の標準貫入試験結果を整理した。整理においては、礫や玉石による影響を考慮した補正 N 値を用いた。

補正 N 値=貫入量 10cm の打撃回数の最小値×3 倍

補正 N 値を被覆層毎や基盤地質毎に分けて整理し、N 値の推定に関する考察を行った。

3. 結果

整理した地質調査結果は、広島県内の 39 溪流で、ボーリング総本数 167 本、試験数 458 点である。被覆層は、溪流に分布する土石流堆積物と斜面裾部に分布する崖錐堆積物に区分した。さらに土石流堆積物は、上述の豪雨で発生した新期土石流堆積物と豪雨よりも過去に発生した古期土石流堆積物に区分した。なお、補正 N 値 50 以上の試験値は、明らかに礫や玉石による打ち止めとなっていたため、除外した。

【被覆層 3 区分】

- ①崖錐堆積物 : 斜面崩壊等により、斜面裾部に分布する堆積物。
- ②新期土石流堆積物:平成 26 年および平成 30 年の豪雨により溪床に堆積した土石流堆積物。
- ③古期土石流堆積物:新期土石流堆積物よりも過去に発生し、溪床に堆積した土石流堆積物。

(1) 基本データ

各被覆層の基本データとして、得られた補正 N 値から平均値や標準偏差等を整理した（表-1・図-1）。崖錐堆積物や新期土石流堆積物では、補正 N 値 10 以下のデータ数が最も多い結果となった。一方、古期土石流堆積物は、10 以下、11~20、21~30 のデータ数がほぼ同程度であった。平均値および標準偏差については、新期土石流堆積物が最も低く、続いて、崖錐堆積物、古期土石流堆積物となった。なお、新期土石流堆積物では、玉石による補正 N 値 50 以上の試験結果が非常に多く、31~40、41~50 のデータは認められなかった。

表-1 補正 N 値のデータ分布と平均

全データ	補正N値（データ数【点】）						試験数※ 【点】	N値50以上の 試験数 【点】	
	1~10	11~20	21~30	31~40	41~50	平均※			標準偏差※
崖錐堆積物	73	28	13	8	5	12.83	11.11	127	15
新期土石流堆積物	35	11	8	0	0	10.36	6.56	54	62
古期土石流堆積物	53	53	59	26	7	19.33	17.89	198	2
合計	161	92	80	34	12	-	-	379	79

※補正N値50より大きい値は、除外した。

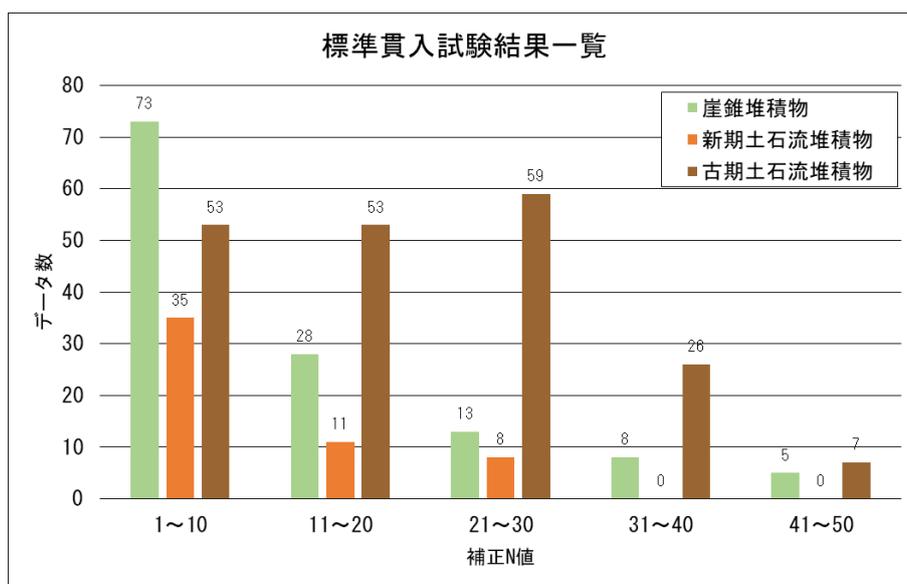


図-1 標準貫入試験結果一覧(被覆層毎に整理)

(2) 深度別

各被覆層の補正 N 値を深度別に整理した（図-2）。地表から同程度の深さであっても、補正 N 値にバラつきが認められるが、いずれの被覆層も深いほど、補正 N 値が高くなっている傾向が認められた。また、新期土石流堆積物は、補正 N 値 31 以上は認められない。一方、崖錐堆積物や古期土石流堆積物は、補正 N 値 31 以上も認められ、概ね高い傾向にある。

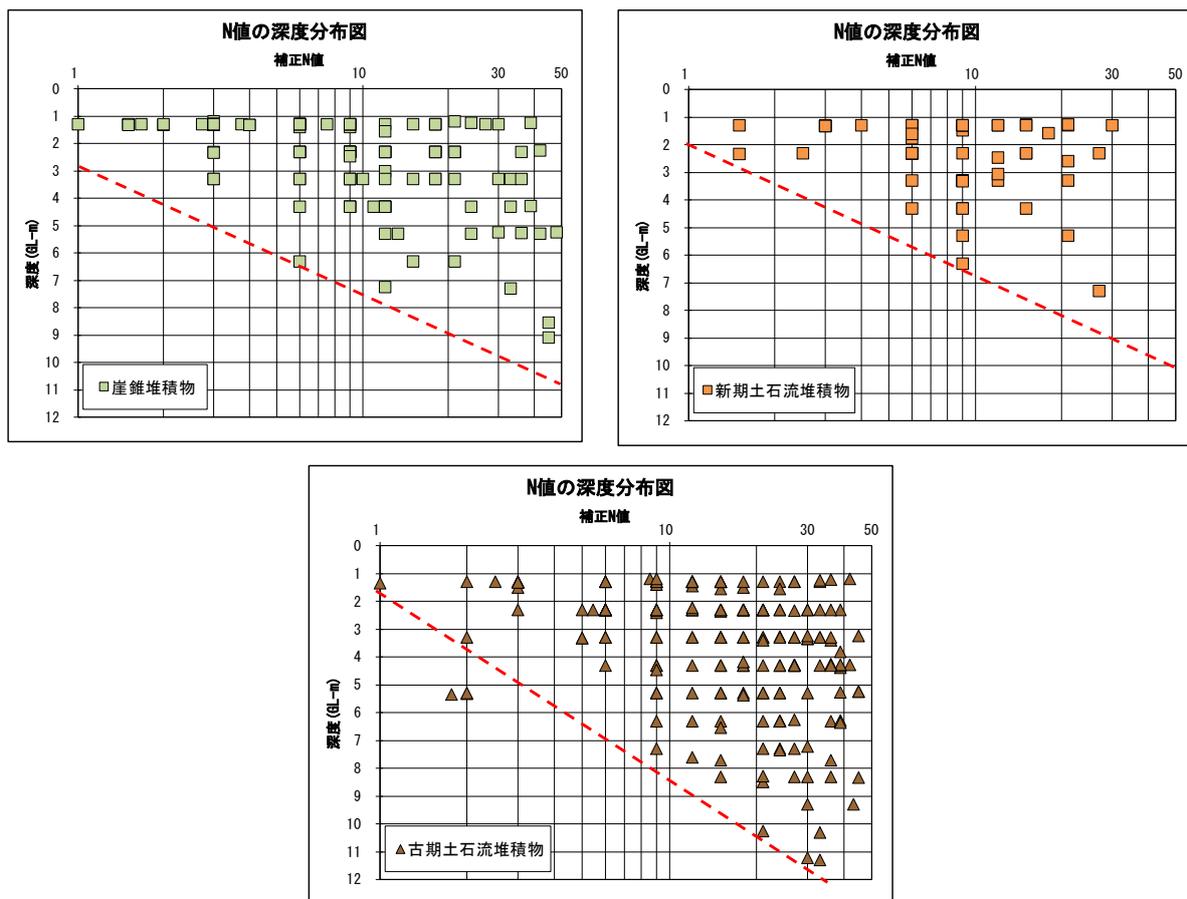


図-2 深度別標準貫入試験結果(被覆層毎)

(3) 基盤地質別

各被覆層の補正 N 値を基盤地質毎に整理した (図-3)。

花崗岩分布域では、いずれの被覆層も同程度の深度であってもバラつきが大きい結果であったが、深度 5m 以深の崖錐堆積物および古期土石流堆積物の補正 N 値は概ね 10 より大きくなっている。なお、新期土石流堆積物は試験深度が 4m までで、4m 以深の試験は認められなかった。

泥岩分布域では、花崗岩分布域同様、バラつきが大きい、古期土石流堆積物では補正 N 値 11 以上に集中し、10 以下の試験データ数が少ない傾向が認められる。

花崗岩分布域と泥岩分布域を比較すると、泥岩の被覆層では補正 N 値 4 以下の試験データが少ないのに対し、花崗岩分布域では複数認められる。また、新期土石流堆積物においても、泥岩では最大で深度 7m の試験データがあり、花崗岩分布域よりも層厚が厚いことが想定される。これらは、花崗岩の風化によるマサが多く含まれることにより、不安定化しやすい性質を持ち、土石流が繰り返し発生しやすいためと考えられる。

その他、流紋岩分布域や安山岩分布域でも整理を行ったが、試験数が少なく、考察には不十分であった。ただし、花崗岩分布域や泥岩分布域の試験結果と同様に傾向があると推察される。

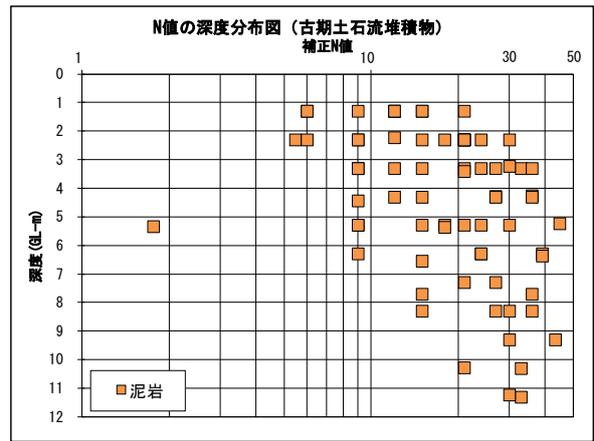
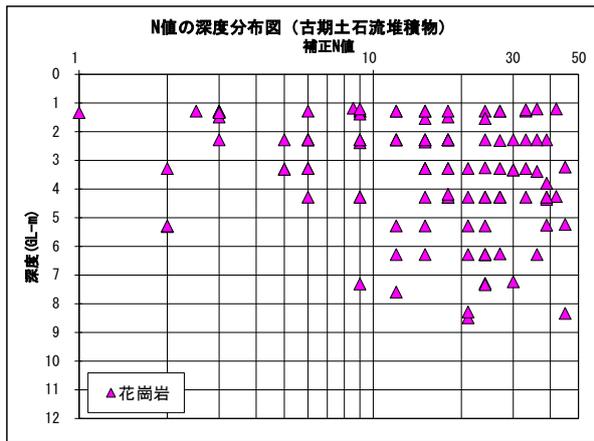
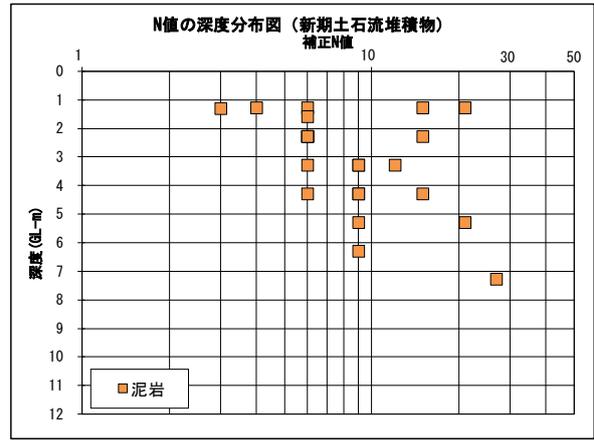
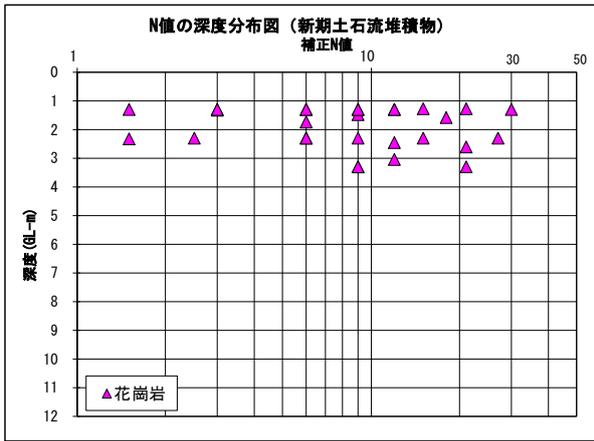
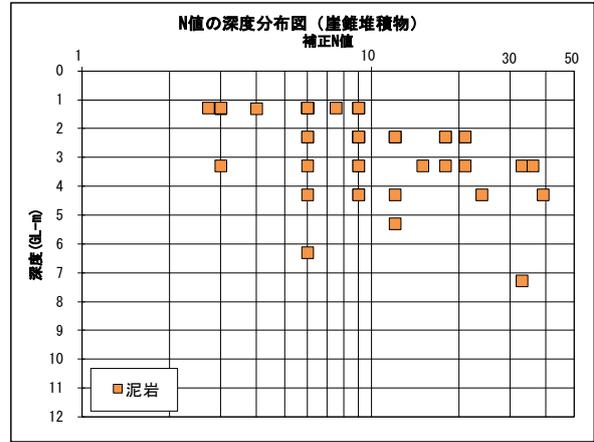
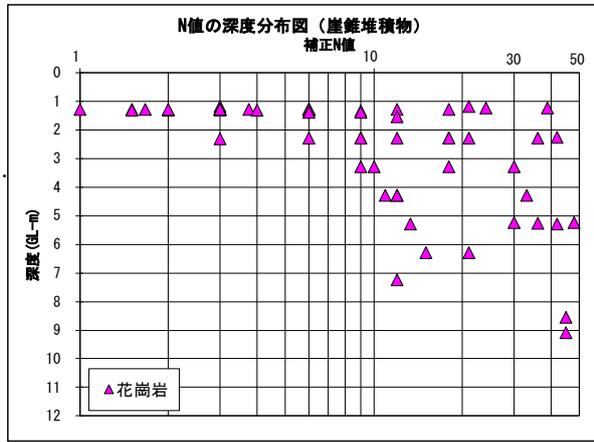


図-3 標準貫入試験結果(基盤地質毎に整理)

左:花崗岩、右:泥岩

4. 考察

(1) N 値の傾向

補正 N 値を用いた整理結果 (図-1 参照) から、崖錐堆積物や新期土石流堆積物では補正 N 値 10 以下、古期土石流堆積物では補正 N 値 30 以下に集中している。

この傾向を詳細に把握するために深度別補正 N 値のデータ分布を整理した (図-4)。補正 N 値 10 以下に集中していた崖錐堆積物や新期土石流堆積物において、深度 5m 以浅では、さらに顕著に補正 N 値 10 以下に集中した結果となった。一方で、深度 5m 以深では、試験データが少ないが、バラつきが大きい結果といえる。

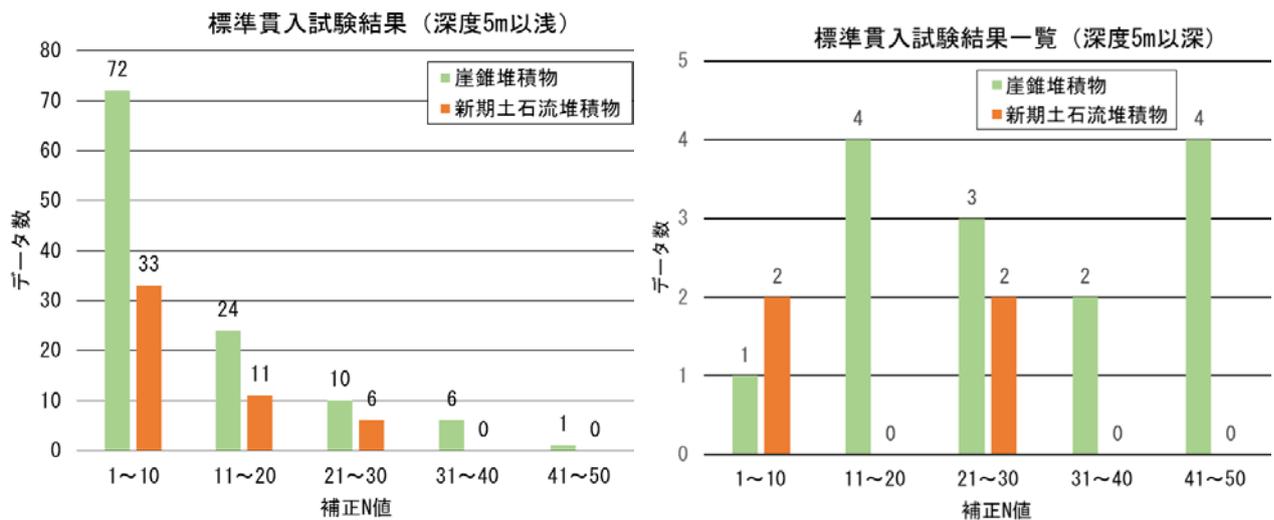


図-4 崖錐堆積物および新期土石流堆積物の標準貫入試験結果(左:深度5m以浅、右:深度5m以深)

続いて、古期土石流堆積物の深度別データ分布を整理した (図-5)。その結果、深度 3m までは補正 N 値 10 以下に、深度 3~9m までは補正 N 値 21~30 に主に集中していた。なお、深度 9~18m は試験数が少ないが、補正 N 値 20 以下の試験結果は認められず、21 以上に集中している。このことは、被覆層の成因や基盤地質に関係なく、深いほど N 値が高くなっていることと一致する (図-2 参照)。そのため、古期土石流堆積物では、深度毎に異なる傾向が認められ、表層付近では N 値 10 以下に集中している結果となった。

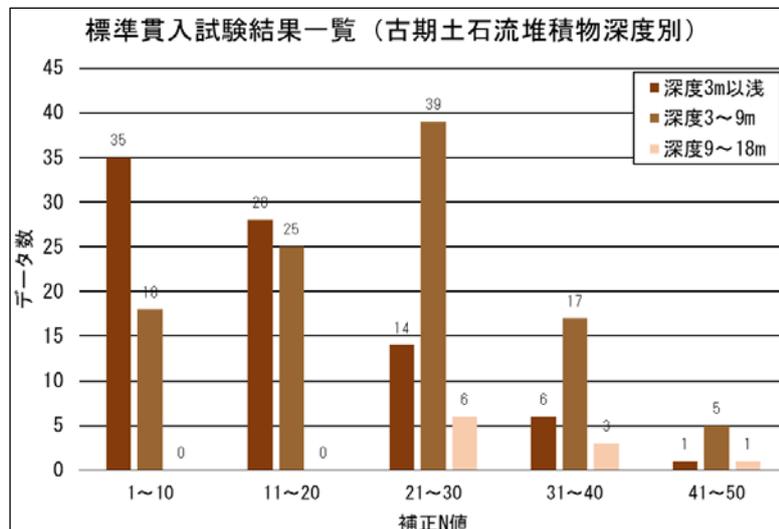


図-5 古期土石流堆積物の深度別の標準貫入試験結果

(2) N 値の推定

被覆層の N 値を推定する方法の 1 つとして、表-1 に示した平均値を使うことが考えられる。崖錐堆積物および新期土石流堆積物で 10 程度、古期土石流堆積物で 20 程度と推定できる。しかし、前述した通り、深度毎に補正 N 値の傾向が異なっていることに注意する必要がある。(特に古期土石流堆積物は、バラつきが大きい結果であったが、表層部では N 値 10 以下に集中していた。) また、基盤地質によっても傾向が異なる可能性がある。

よって、溪流の被覆層の N 値を評価する際、基本的には溪流毎に N 値を整理することが望まれる。しかし、被覆層が薄い場合や玉石・礫打ちにより、評価できない場合等は、表-1 の平均値を用いることが考えられるが、被覆層が厚い場合は深度によって N 値の傾向が異なるため、平均値を設計 N 値として採用するのに注意が必要である。

5. 最後に

被覆層の N 値には大まかな傾向があると考えられ、今回整理した平均 N 値を用いることは 1 つの方法である。しかし、溪流の土質状況や土石流発生時期などの要因による影響や地形（谷底平坦部の幅、溪床勾配、流域面積等）による影響も考えられる。今後の課題として、これらの種々の要因を整理することで、N 値の推定がより詳細になる可能性がある。また、流紋岩分布域や安山岩分布域などのデータ数が少ないことも今後の課題として挙げられる。